

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 815 119

②1 N° d'enregistrement national : 00 12974

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 01 M 17/013, G 01 B 21/00 // B 60 C 23/00 G 01 B 121:14

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 11.10.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.04.02 Bulletin 02/15.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SIEMENS AUTOMOTIVE SA Société anonyme — FR et SIEMENS AKTIENGESellschaft — DE.

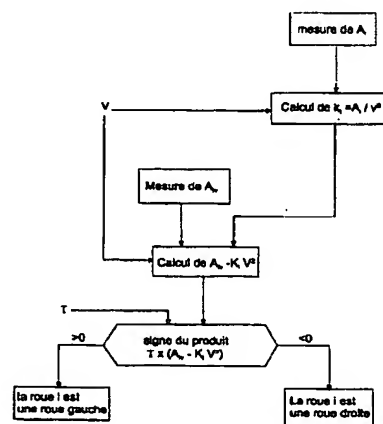
⑦2 Inventeur(s) : FONZES GEORGES et GOESER GERHARD.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 PROCÉDE DE LOCALISATION AUTOMATIQUE DES ROUES DROITES ET GAUCHES D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE.

⑤7 La présente invention concerne un procédé de localisation automatique des roues droites et gauches d'un véhicule automobile du type comportant une étape de mesure automatique de l'accélération centripète d'une roue, le dit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à comparer l'accélération théorique ( $A_i$ ) centripète d'une roue en ligne droite avec l'accélération centripète mesurée ( $A_m$ ) de cette même roue en virage, pour une vitesse ( $V$ ) de véhicule donnée et pour un angle volant ( $T$ ) donné, afin de déterminer si la dite roue se trouve sur la droite ou sur la gauche du véhicule.



FR 2 815 119 - A1



La présente invention concerne un procédé de localisation automatique des roues droites et gauches d'un véhicule automobile. Plus particulièrement, mais pas exclusivement, ce procédé est mis en œuvre en association avec un système de surveillance de la pression des pneus.

5 En effet, il est déjà connu de surveiller en permanence la pression régnant à l'intérieur des pneumatiques d'un véhicule. Ces mesures de pression (éventuellement corrigées en fonction de la température et du vieillissement du pneu ou de tout autre paramètre) sont traitées par un calculateur et un signal d'alarme est émis lorsque la pression d'un pneu est anormale. Le calculateur  
10 traitant les mesures de pression peut être implanté sur la roue elle-même ou en tout endroit approprié du véhicule.

Les mesures de pression sont réalisées par un capteur spécifique associé à chacune des roues. Ce capteur envoie vers un calculateur distant, la mesure de pression associée à un code identifiant du capteur. Bien entendu, il est  
15 nécessaire que le calculateur sache attribuer à ce code identifiant une position de capteur sur le véhicule. Ainsi après traitement, le calculateur doit être capable de dire que la mesure de pression associée au code identifiant X provient de la roue avant droite (par exemple). Pour cela il est nécessaire d'apprendre, au calculateur, la position, sur le véhicule, du capteur et son code identifiant.

20 Cet apprentissage peut être effectué manuellement. Par exemple, le calculateur est placé en mode apprentissage et demande les codes de chacun des capteurs de pression dans un ordre préétabli. Ce procédé d'apprentissage est cependant relativement lent. En outre, il doit être répété à chaque changement de pneu et présente l'inconvénient d'obliger le conducteur à entrer des données dans  
25 le calculateur du véhicule. Si le conducteur oublie de mémoriser le nouveau code après un changement de pneu, il y a risque d'erreur sur la position d'une roue présentant une pression anormale. Ceci peut avoir de graves conséquences.

Il est apparu opportun de réaliser cet apprentissage de la position des roues, de manière automatique, pendant le déplacement du véhicule.

30 Pour ce faire, on utilise le principe physique suivant : les roues internes à un virage tournent moins vite que les roues externes au virage.

Cependant, les essais réalisés en tenant compte de l'accélération centripète de chaque roue montrent que les écarts de vitesse entre roue droite et gauche sont de l'ordre de 1 à 10% de la valeur mesurée (accélération).

35 Sachant que les accéléromètres standards permettant de mesurer l'accélération centripète du véhicule ont une résolution de 1%, un bruit de  $\pm 10\%$ , une erreur de  $\pm 15\%$  et présentent des dérives en température et en temps, il

semble impossible d'utiliser la mesure de l'accélération centripète de chaque roue en utilisant des accéléromètres standards, pour déterminer par comparaison directe quelle roue tourne le moins vite.

Il est bien sûr possible d'utiliser des accéléromètres plus précis, mais la précision de mesure requise ici implique l'utilisation d'accéléromètres très coûteux et en général très fragiles. Cette solution est inapplicable dans l'environnement automobile.

L'invention a donc pour but de déterminer de manière automatique la position des roues droites et gauches d'un véhicule en utilisant des accéléromètres standards.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de localisation automatique des roues droites et gauches d'un véhicule automobile du type comportant une étape de mesure automatique de l'accélération centripète d'une roue, le dit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à comparer l'accélération centripète théorique d'une roue en ligne droite avec l'accélération centripète mesurée de cette même roue en virage pour une vitesse de véhicule donnée et pour un angle volant donné, afin de déterminer si la dite roue se trouve sur la droite ou sur la gauche du véhicule.

Ainsi, en comparant l'accélération d'une même roue en ligne droite et en virage on s'affranchit des problèmes de dispersion des précisions des différents capteurs d'accélération, les uns par rapport aux autres.

Plus particulièrement, la présente invention concerne un procédé de localisation automatique consistant dans un premier temps à :

- a) - mesurer l'angle volant  $T$  du véhicule et lorsque cet angle volant est sensiblement nul (véhicule en ligne droite),
- b) - mesurer l'accélération centripète  $A_i$  de chacune des roues du véhicule à l'aide d'un capteur associé à chacune des roues, et
- c) - déterminer un coefficient de correction  $k_i$  pour chacune des roues selon la loi suivante :

$$A_i = K_i V^2, \quad (1)$$

où  $A_i$  est l'accélération centripète en ligne droite mesurée sur la roue  $i$ , et  $V$  est la vitesse du véhicule,

et consistant, dans un second temps, lorsque le véhicule est en virage :

- d) - à mesurer l'accélération centripète en virage  $A_{iv}$  de chacune des roues,
- e) - à former la différence d'accélération  $\Delta_i$  entre l'accélération théorique en ligne droite  $A_i$  pour une roue  $i$  et une vitesse  $V$  données et l'accélération mesurée en virage  $A_{iv}$  pour cette même roue, à cette même vitesse,

$\Delta_i = A_{iv} - A_i$ , c'est à dire

$$\Delta_i = A_{iv} - K_i V^2 \quad (2)$$

f) - à former le produit cette différence  $\Delta_i$  par T l'angle au volant,

$$(A_{iv} - K_i V^2) \times T \quad (3)$$

5 g) - à déterminer le signe de ce produit, en fonction d'une convention choisie à savoir ; angle volant négatif si virage à gauche (ou l'inverse), et

h) - en déduire pour chacune des roues son emplacement sur le coté gauche ou droit du véhicule.

10 Avantageusement, on calcule un coefficient de correction pour chaque roue lorsque le véhicule est en ligne droite. Ceci permet de comparer entre elles les mesures faites par les capteurs sur différentes roues en s'affranchissant, là encore, des erreurs et imprécisions des différents capteurs entre eux.

Avantageusement, la présente invention permet de mettre en œuvre  
15 des capteurs standards et d'obtenir des résultats avec une erreur inférieure à 1 %.

Avantageusement, encore en fixant une convention pour la représentation des angles volant (par exemple les angles volants négatifs correspondent à un virage à gauche du véhicule), et en déterminant simplement le signe du produit suivant :

$$20 \quad (A_{iv} - K_i V^2) \times T$$

où  $A_{iv}$  est la mesure de l'accélération de la roue i en virage,  $K_i V^2$  est l'accélération théorique de la roue i en ligne droite, et T la valeur algébrique de l'angle volant, il est possible d'en déduire si la roue i est une roue droite ou gauche du véhicule.

En effet, en supposant que la convention de mesure de l'angle volant  
25 établisse qu'un virage à gauche a un angle négatif, on obtient lorsque le véhicule tourne à gauche  $T < 0$ . Lorsqu'un véhicule tourne à gauche, sa roue gauche a une vitesse inférieure à cette même roue gauche en ligne droite. De même, l'accélération de la roue gauche en virage est inférieure à l'accélération de cette même roue gauche en ligne droite. De ce fait, la différence  $\Delta_i$  entre l'accélération  
30 mesurée en virage et l'accélération théorique en ligne droite est  $< 0$ . Le produit de T par  $\Delta_i$  est donc positif.

Si pour cette même convention de mesure de l'angle volant le produit T par  $\Delta_i$  est négatif c'est que la roue i est une roue droite.

Ainsi, pour la convention de mesure de l'angle volant établie (gauche =  
35 négatif) le signe du produit  $T \times \Delta_i$  indique directement que la roue i est à droite lorsqu'il est négatif et que la roue i est à gauche lorsqu'il est positif.

Avantageusement, pour améliorer la précision de la localisation des roues droites et gauches, il est possible de refaire un certain nombre de fois la

détermination des roues droites et gauches et de ne la valider que lorsque que la même localisation a été trouvé plusieurs fois, pour une roue donnée.

Avantageusement encore en effectuant une sommation d'une pluralité de  $\Delta_i$  d'une même roue et comparant cette somme avec toutes les sommes des autres roues (en choisissant la consigne angle volant négatif pour un virage à gauche), les deux plus grandes sommes obtenues correspondent aux roues gauches du véhicule.

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description qui suit à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

**La figure 1** est une vue schématique représentant un schéma synoptique du procédé selon l'invention, et

**La figure 2** est une vue schématique représentant un véhicule muni de quatre capteurs d'accélération.

Comme cela est représenté à la figure 2, un véhicule 14 est muni d'au moins quatre roues 10 à 13. Chacune de ces roues est munie d'un capteur d'accélération centripète standard 15 à 18. Ces capteurs sont bien connus et ne seront pas détaillés ici.

L'invention part du principe suivant, la roue intérieure à un virage a une vitesse moindre que la roue externe au virage. L'invention réside plus précisément dans le fait que : la roue interne au virage a une vitesse moindre que cette même roue lorsque le véhicule se déplace en ligne droite. Il résulte de cette constatation que l'accélération d'une roue interne à un virage est inférieure à l'accélération de cette même roue lorsque le véhicule se déplace en ligne droite.

Le véhicule 14 est par ailleurs muni d'un capteur d'angle volant T bien connu en soi. Ce capteur est notamment nécessaire pour la commande de la direction assistée. On notera que dans le cadre de la présente invention, la connaissance du sens de rotation du véhicule est primordiale. En conséquence une convention est établie pour représenter le sens de rotation du véhicule. A savoir, par exemple, lorsque le véhicule tourne à gauche l'angle volant T est négatif (cas représenté à la figure 2). Bien entendu la convention inverse aurait également pu être prise.

Le véhicule 14 est également muni d'un tachymètre classique. De ce fait la vitesse de déplacement V du véhicule est connue.

Le procédé selon l'invention consiste **dans un premier temps**, lorsque le véhicule se déplace en ligne droite :

- à mesurer l'accélération centripète  $A_i$  de chacune des roues du véhicule à l'aide du capteur associé à chacune des roues, et

c) – à déterminer un coefficient de correction  $k_i$  pour chacune des roues selon la loi suivante :

$$A_i = K_i V^2, \quad (1)$$

où  $A_i$  est l'accélération centripète en ligne droite mesurée sur la roue  $i$ , et  $V$  est la vitesse du véhicule,

Selon l'invention, on considère que le véhicule 14 se déplace en ligne droite lorsque l'angle volant  $T$  est inférieur à  $5^\circ$ , c'est à dire est sensiblement nul.

L'accélération centripète de chaque roue est mesurée en continue par le capteur associé à cette roue. Ainsi l'accélération centripète  $A_1$  de la roue 10 est mesurée par le capteur 15 (de même pour chacune des autres roues).

Pour chacune des roues on calcule le coefficient de correction  $K_i$  en fonction de la formule (1) donnée ci-dessus. En effet la vitesse  $V$  du véhicule étant connue et l'accélération  $A_i$  en ligne droite étant mesurée ce coefficient  $K_i$  est égal à  $A_i / V^2$ .

On détermine ainsi le coefficient de correction  $K_1$  de la roue 10,  $K_2$  de la roue 11,  $K_3$  de la roue 12 et  $K_4$  de la roue 13. Bien entendu, il est possible pour consolider le calcul de ces coefficients d'en effectuer la moyenne, pour trouver en fait un  $K_i$  moyen pour chacune des roues.

Il est à noter que le calcul des coefficients  $K_i$  de chaque roue est effectué lorsque le véhicule se déplace en ligne droite ( $T$  inférieur à  $5^\circ$ ) car c'est le seul moment où la relation (1) est totalement vérifiée.

Le calcul du coefficient  $K_i$  permet de s'affranchir des disparités entre différents capteurs, de manière à obtenir des mesures d'accélération qui puissent être comparées même si elles sont en provenance de roues distinctes.

**Dans un second temps**, selon l'invention, pour augmenter encore la précision de la mesure on compare non pas, l'accélération de deux roues entre elles (une étant interne au virage et l'autre externe), mais on compare l'accélération théorique d'une roue en ligne droite avec l'accélération de cette même roue en virage. Ceci permet de détecter avec une meilleure précision tout écart d'accélération car la répétabilité d'une mesure avec un même capteur est supérieure à 99%.

Ainsi, lorsque le véhicule est détecté comme étant en virage ( $T$  supérieur à  $5^\circ$ ), on mesure l'accélération de chaque roue en virage  $A_{iv}$ .

La vitesse  $V$  du véhicule est mesurée simultanément. Par calcul on détermine l'accélération théorique  $A_i$  qu'aurait eu cette même roue si elle avait été en ligne droite. A cet effet il suffit de former le produit  $K_i V^2$  et ce pour chaque roue.

On calcule l'écart existant entre l'accélération mesurée en virage  $A_{iv}$  et l'accélération théorique en ligne droite  $A_i$  pour une même roue, c'est dire :

$$A_{iv} - A_i = A_{iv} - (K_i v^2) = \Delta_i \quad (2).$$

Si la convention de représentation des angles est la suivante :

- un angle volant est négatif lorsque le véhicule tourne à gauche, alors lorsque le véhicule tourne à gauche la roue avant gauche 10 à une accélération en virage  $A_{1v}$  inférieure, à son accélération  $A_1$  en ligne droite. De ce fait  $(A_{1v} - A_1)$  est négatif, c'est à dire  $\Delta_1$  est négatif. Comme le véhicule tourne à gauche  $T$  est également négatif ! Il en résulte que le produit  $T \times \Delta_1$  est positif.

Il résulte de ceci que le signe du produit :

$$\Delta_i \times T \quad (3)$$

donne une indication de la position de la roue  $i$ .

- 10 Ainsi, avec la convention  $T$  négatif lors d'un virage à gauche, le produit :

- a)  $\Delta_i \times T$  est positif lorsque la roue  $i$  est située sur la gauche du véhicule, et
- b)  $\Delta_i \times T$  est négatif lorsque la roue  $i$  est située à droite du véhicule.

- 15 Le signe du produit  $\Delta_i \times T$  pour une roue  $i$  donnée, informe donc directement sur la position de cette roue.

Bien entendu, si la convention inverse avait été adoptée pour la représentation des angles volant (angle volant positif lorsque le véhicule tourne à gauche), il suffirait d'inverser les cas a) et b) ci-dessus.

- 20 La valeur du produit  $\Delta_i \times T$  donne, quant à elle, une indication de l'indice de fiabilité de la localisation trouvée pour cette roue. En effet plus l'angle volant  $T$  est important, plus l'écart entre l'accélération en virage et l'accélération en ligne droite est important. Dons plus la valeur  $\Delta_i \times T$  est grande et plus la localisation de la roue issue de cette mesure est fiable.

- 25 Ainsi si les capteurs standards étaient employés dans des conditions optimum, le signe de  $\Delta_i \times T$  serait suffisant pour indiquer de quel côté du véhicule se situe, la roue  $i$  correspondante. Mais cela n'est pas toujours le cas.

- En effet souvent le signe de ce produit fluctue pour plusieurs mesures successives. Il n'est donc pas toujours possible de localiser une roue sur une seule mesure effectuée.

- 30 La présente invention propose dans ce cas d'effectuer un certain nombre de fois les mesures et les calculs correspondants avant de statuer de manière définitive sur la localisation d'une roue.

- 35 Ainsi, si l'on fait la somme de plusieurs valeurs de  $\Delta_i$  pour la roue  $i$ , et ce pour chacune des roues, les deux plus grandes valeurs trouvées correspondent aux roues gauches du véhicule (avec la convention angle négatif si véhicule tourne à gauche). Si l'on avait pris la convention inverse, les deux plus grandes sommes correspondraient aux roues droites du véhicule.

Au lieu d'effectuer la somme des  $\Delta_i$  pour chaque roue il est également possible d'en faire la moyenne. Si le nombre de mesures est suffisant (typiquement supérieur à 10) alors les deux plus fortes valeurs correspondent aux roues gauches du véhicule (toujours avec la même convention de base).

5           Lorsque l'on fait ainsi des moyennes ou une sommation, il est avantageux de supprimer de ces moyennes ou sommes les valeurs d'accélération en virage qui paraissent aberrantes. Une valeur est considérée comme aberrante si elle diffère, par exemple, de plus de 10g (g est l'accélération de la pesanteur) des autres valeurs d'accélération trouvées pour les autres roues  
10           au même moment.

          On notera que pour économiser la batterie des capteurs d'accélération on mesure l'accélération toutes les minutes par exemple. Dès que la localisation droite et gauche des roues est acquise, ce procédé de localisation est interrompu, pendant tout le reste du trajet. L'expérience montre qu'après quelques minutes de  
15           déplacement du véhicule la localisation des roues est acquise.

          Ensuite si l'une de ces roues se dégonfle brusquement ou si une situation anormale de température et/ ou de pression se présente, le calculateur (non représenté) gérant cette fonction dans le véhicule est capable d'informer le conducteur qu'une des roues droites ou gauches présente un défaut.

20           Bien entendu lorsque l'on combine ce procédé de localisation des roues droite et gauche avec un procédé de localisation des roues avant et arrière, le système est alors informé automatiquement de la position exacte de chacune de ses roues. Dès que l'une d'entre elles présente un défaut il est alors capable d'informer le conducteur sur la position exacte de la roue en défaut.

25           Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation ci-dessus décrit. Ainsi Il est possible de comparer les mesures d'accélération provenant de roues montées sur un même essieu de manière à détecter des phénomènes de glissement ou de patinage d'une roue. De même la valeur limite de 5°, pour détecter le déplacement en ligne droite du véhicule peut  
30           être légèrement modifiée (en fonction des véhicules).



**REVENDEICATIONS**

1. Procédé de localisation automatique des roues droites et gauches d'un véhicule automobile (14) du type comportant une étape de mesure automatique de l'accélération centripète ( $A_i$ ) d'une roue (i), le dit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à comparer l'accélération centripète théorique d'une roue en ligne droite ( $A_i$ ) avec l'accélération centripète mesurée de cette même roue en virage ( $A_{iv}$ ) pour une vitesse (V) de véhicule donnée, et pour un angle volant (T) donné, afin de déterminer si la dite roue (i) se trouve sur la droite ou sur la gauche du véhicule.
2. Procédé de localisation automatique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste dans un premier temps à :
  - a) - mesurer l'angle volant (T) du véhicule et lorsque cet angle volant est sensiblement nul (véhicule en ligne droite),
  - b) - mesurer l'accélération centripète ( $A_i$ ) de chacune des roues (10 à 13) du véhicule à l'aide d'un capteur associé (15 à 16) à chacune des roues, et
  - c) - déterminer un coefficient de correction ( $K_i$ ) pour chacune des roues selon la loi suivante :
 
$$A_i = K_i V^2, \quad (1)$$
 où  $A_i$  est l'accélération centripète en ligne droite mesurée sur la roue i, et V est la vitesse du véhicule,
- et en ce qu'il consiste, dans un second temps lorsque le véhicule est en virage :
  - d) - à mesurer l'accélération centripète en virage ( $A_{iv}$ ) de chacune des roues,
  - e) - à former la différence d'accélération  $\Delta_i$  entre l'accélération théorique en ligne droite ( $A_i$ ) pour une roue i et une vitesse V données, et l'accélération mesurée en virage ( $A_{iv}$ ) pour cette même roue et à cette même vitesse,
 
$$\Delta_i = A_{iv} - A_i, \text{ c'est à dire}$$

$$\Delta_i = A_{iv} - K_i V^2 \quad (2)$$
  - f) - à former le produit de cette différence  $\Delta_i$  par T l'angle au volant,
 
$$(A_{iv} - K_i V^2) \times T \quad (3)$$
  - g) - à déterminer le signe de ce produit, en fonction d'une convention choisie à savoir ; angle volant négatif si virage à gauche (ou l'inverse), et
  - h) - en déduire pour chacune des roues son emplacement sur le coté gauche ou droit du véhicule.
3. Procédé de localisation selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on forme pour une roue donnée, la différence entre l'accélération mesurée en

virage et l'accélération théorique en ligne droite multipliée par la valeur algébrique de l'angle volant pour déterminer si la dite roue est une roue droite ou une roue gauche du véhicule.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'en prenant pour convention qu'un virage à gauche a une valeur algébrique négative, si la valeur trouvée à l'étape g) est positive c'est que la roue (i) sur laquelle l'accélération a été mesurée est une roue gauche.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'en prenant pour convention qu'un virage à gauche a une valeur algébrique positive, si la valeur trouvée à l'étape g) est positive c'est que la roue (i) sur laquelle l'accélération a été mesurée est une roue droite.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'on effectue la sommation d'une pluralité de différences d'accélération  $\Delta_i$  pour une roue donnée, et en ce que l'on compare la somme obtenue avec celle de chacune des autres roues.

7. Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que les deux plus grandes sommes correspondent :

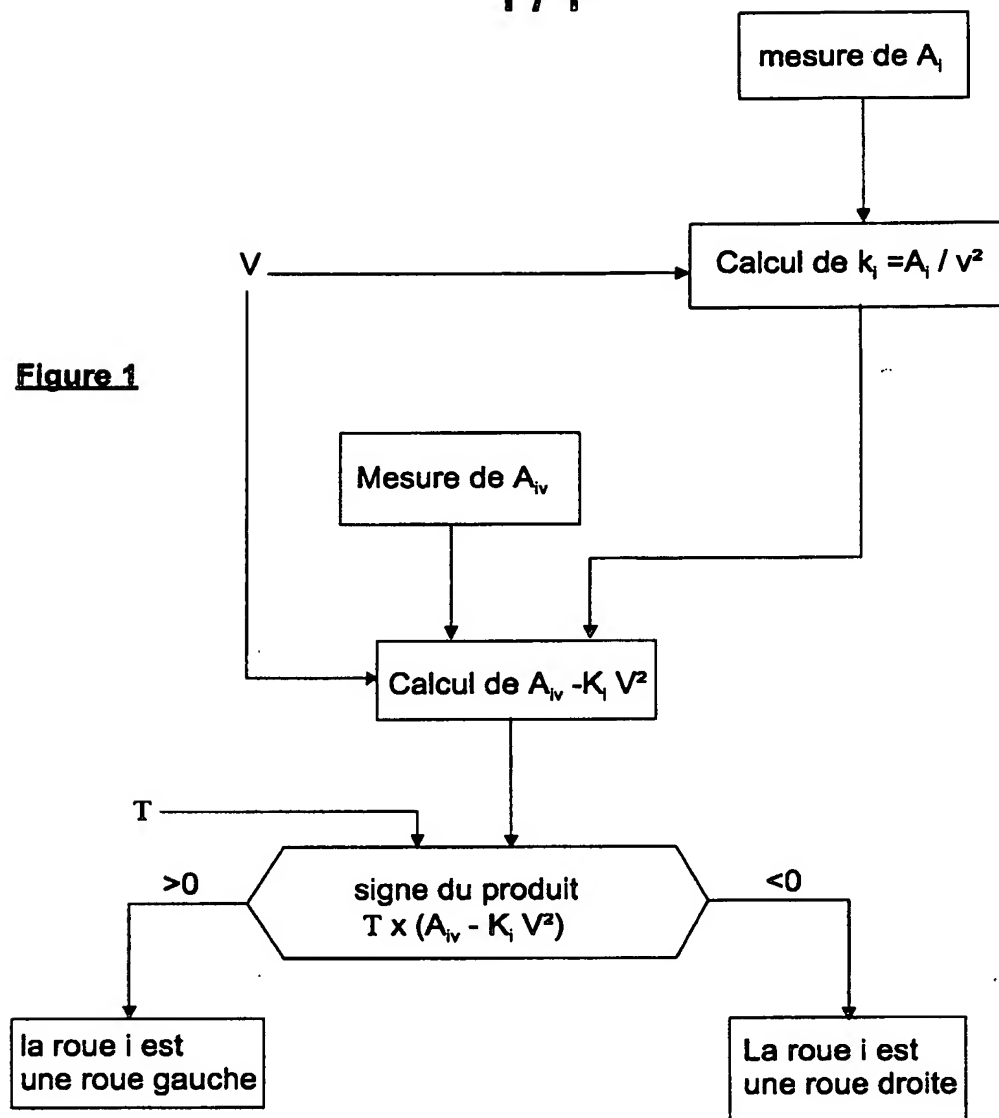
- aux roues gauches, lorsque la convention est «virage à gauche égal angle volant négatif », et
- aux roues droites, lorsque la convention est «virage à gauche égal angle volant positif ».

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on effectue pour chaque roue la moyenne des différences d'accélération  $\Delta_i$  de cette roue.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que les deux moyennes les plus grandes correspondent :

- aux roues gauches, lorsque la convention est «virage à gauche égal angle volant négatif », et
- aux roues droites, lorsque la convention est «virage à gauche égal angle volant positif ».

1 / 1

**Figure 1****Figure 2**